

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



JCS25 U.S. PTO
09/372636
08/11/99

Bescheinigung

Die KM Europa Metal Aktiengesellschaft in Osnabrück/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Flüssigkeitsgekühlte Kokille"

am 27. Januar 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol B 22 D 11/22 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 13. Januar 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Nietfeldt

Aktenzeichen: 198 02 809.1

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlte Kokille für eine Stranggießanlage mit einem formgebenden Kokillenkörper aus einem Material hoher Wärmeleitfähigkeit, wie Kupfer oder einer Kupferlegierung, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kokillenkörper kühlflächenseitig in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen eine Kühlzone mit höherem flächenbezogenen Wärmestrom aufweist.
2. Kokille nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen Formhohlraum aufweist, der aus zwei einander gegenüberliegenden Breitseitenwänden und die Strangbreite begrenzenden Schmalseitenwänden besteht.
3. Kokille nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Querschnitt des Formhohlraums am eingießseitigen Ende größer ist als am strangaustrittsseitigen Ende.
4. Kokille nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Formhohlraum am eingießseitigen Ende wenigstens eine Ausbauchung besitzt, die sich in Gießrichtung (GR) verkleinern kann.
5. Kokille nach einer der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kühlzone mit höherem flächenbezogenen Wärmestrom im Badspiegelbereich angeordnet ist, wobei sie sich auf mindestens 20 %, vorzugsweise 30 bis 60 % der Meniskulänge der Breitseitenwand erstreckt.

6. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der flächenbezogene Wärmestrom im höher beanspruchten Bereich des Badspiegels um 5 bis 40 %, vorzugsweise um 10 bis 20 % größer ist als in den übrigen Bereichen des Badspiegels.
7. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wanddicke zwischen Gieß- und Kühlfläche in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen der Breitseitenwände verringert ist.
8. Kokille nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wandung zwischen Gieß- und Kühlfläche im Badspiegelbereich eine um 1 bis 6 mm verringerte Dicke aufweist.
9. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kokillenkörper parallel zur Gießrichtung verlaufende nutenartige Kühlmittelkanäle und/oder Kühlbohrungen aufweist, die in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen enger angeordnet sind.
10. Kokille nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand der Kühlmittelkanäle und/oder Kühlbohrungen in dem thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen um mindestens 20 % geringer ist als in den horizontalen Nachbarbereichen des Badspiegels.
11. Kokille nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kühlmittelkanäle und/oder Kühlbohrungen in einem Übergangsbereich stufenweise enger angeordnet sind.
12. Kokille nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den Kühlmittelkanälen zusätzliche Kühlbohrungen angeordnet sind.

Flüssigkeitsgekühlte Kokille

Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Kokille für eine Stranggießanlage mit einem formgebenden Kokillenkörper aus einem Material hoher Wärmeleitfähigkeit, wie Kupfer oder einer Kupferlegierung.

Kokillen sollen dem schmelzflüssigen Metall Wärme entziehen und über die anfangs erfolgende Strangschalenbildung eine Durcherstarrung des Strangs ermöglichen.

Es sind abhängig vom Anwendungszweck verschiedene Kokillengeometrien in Gebrauch, wie Kokillenrohre in runder, rechteckiger oder komplexer Form. Kokillenplatten werden für quadratische/rechteckige Vorblöcke oder für Brammen mit größerem Seitenverhältnis verwendet. Daneben gibt es spezielle Geometrien, wie Vorprofile für Doppel-T-Träger und Dünnbrammenkokillen mit Trichtererweiterung im oberen Plattenbereich zur Aufnahme der Gießdüse. Allen diesen Kokillen ist zu eigen, daß eine homogene Kühlung der Flächen angestrebt wird. Die Eckenbereiche stellen Sonderfälle dar, da z. B. konstruktionsbedingt bei Plattenkokillen Stoßkanten mit gestörter Kühlung vorhanden sind. Darüber hinaus sind zum Teil Bereiche mit größeren Materialvolumina für die rückseitigen Befestigungselemente gegeben, die mit speziell gestalteten nutenartigen Kühlmittelkanälen ansatzweise in Bezug auf gleiche Kühlung wieder angeglichen werden.

Ferner ist bekannt, thermisch besonders hoch beanspruchte Kokillen besser zu kühlen, um eine frühzeitige Schädigung der Kokille zu vermeiden. Das heißt für Dünnbrammenkokillen zum einen, daß der Wärmewiderstand der Kokillenwand nicht zu groß sein darf, weshalb dann geringere Wanddicken gewählt werden. Zum anderen werden bei den angestrebten höheren Gießgeschwindigkeiten besondere Ansprüche an die Kühlwasserqualität und die Kühlwassergeschwindigkeit gestellt.

Mit allen genannten Maßnahmen verfolgt man dasselbe Ziel, eine möglichst gute, homogene Kühlung der Gießseite des Kokillenkörpers einzustellen. Mögliche bauartbedingte Störbereiche - wie an rückseitigen Kühlflächen - werden gegebenenfalls beseitigt, um wieder eine gleichmäßige Kühlung zu erhalten.

Die lokalen Beanspruchungsbedingungen beim Einsatz von Trichterkokillenplatten sind zum einen betriebsbedingt. Sie werden gießseitig wesentlich bestimmt durch die Stahlsorte/Gießtemperatur, die Geschwindigkeit, die Schmier-/Kühlbedingungen des Gießpulvers, die Geometrie der Gießdüse und die zugehörige Strömung der Schmelze. Auf der anderen Seite bestimmen wasserseitig Kühlwasserqualität, Kühlwassermenge und Wassergeschwindigkeit die Kokillentemperaturen. Diese Größen sind teilweise bereits durch die Kokillenkonstruktion - wie mit der Geometrie der Kühlmittelkanäle - bestimmt.

Durch zerstörende Prüfung zahlreicher Kokillenplatten aus dem Einsatz in verschiedenen Stahlwerken ist jedoch die tatsächliche Beanspruchung und auch die daraus resultierende Schädigung des Kokillenwerkstoffs eindeutig festzustellen. Auf Basis dieser Untersuchungen ist eine über der Breite des Meniskus' unterschiedliche Erweichung der Oberfläche bzw. des oberflächennahen Bereichs festzustellen.

So fällt die Härte von 100 % des Ausgangswerts im kritischen Bereich auf etwa 60 % ab, während auf derselben Höhe neben dem kritischen Bereich nur ein Abfall auf etwa 70 % der Ausgangshärte gemessen wird; der Randbereich der Kokillenplatte

ist hierbei nicht betrachtet. Eine ähnliche Aussage zeigen Messungen in der Wanddicke nach Einsatz der Kokillenplatten; gleiche Materialerweichungen erstrecken sich im kritischen Bereich des Badspiegels auf etwa ein Drittel größere Tiefen im Vergleich zu unkritischen Bereichen.

Dünnbrammen-Kokillen werden infolge verschiedener Einflüsse auf den Breitseitenwänden unterschiedlich stark beansprucht. Zu diesen Einflüssen zählen im wesentlichen:

- eine hohe Strömungsgeschwindigkeit der Stahlschmelze; Turbulenzen der Schmelze beanspruchen insbesondere die Übergangsbereiche des Trichters in die planparallelen Seiten des Gießquerschnittes.
- eine höhere mechanische Beanspruchung der im Trichterauslauf gebogenen Wand der Kupferplatte infolge thermischer Ausdehnung. Die resultierenden Spannungen sind hier an der Gießseite besonders hoch.

Das führt zu besonders ausgeprägter Erweichung des Kokillenwerkstoffes in diesem Übergangsbereich des Trichters. Aufgrund der lokal relativ höheren Temperaturen und der auf die jeweilige Warmfestigkeit eines Werkstoff-Volumenelements bezogenen höheren Werkstoffbelastung erfolgt in diesem Oberflächenbereich frühzeitig Reißbildung. Diese Reißbildung kann dann aufgrund eines hier temperaturbedingt ausgeprägter ablaufenden Diffusionsvorgangs von Zn-Atomen aus dem Stahl in die Cu-Matrix eher stattfinden, weil die sich bildenden CuZn-Phasen eine harte und spröde Oberflächenschicht bilden, die eine höhere Reißfortschritts-geschwindigkeit ermöglicht.

Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kokillenkörper zu schaffen, bei dem der Wärmestrom im Badspiegelbereich erhöht ist und die Gefahr von Rißbildungen in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen vermieden werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Kernpunkt der Erfindung bildet somit die Maßnahme, in den überkritisch beanspruchten Bereichen beidseitig des Trichters eine deutlich stärkere Kühlung des Kokillenkörpers einzustellen. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die Kühlleistung in diesen kritischen Bereichen vorzugsweise um 10 bis 20 % gegenüber den horizontalen Nachbarbereichen zu erhöhen. Kühlmittelkanäle können z. B. hier vorteilhaft enger gesetzt werden, so daß sich die gekühlte Fläche vergrößert. Alternativ lassen sich die Kühlmittelkanäle lokal auch näher an die Oberfläche bringen; in diesem Fall arbeitet man ungewöhnlicherweise mit unterschiedlichen - effektiv wirksamen - Kühlwanddicken über dem Kühlwasser. Ähnliches gilt für Kühlbohrungen. Außerdem lassen sich mit nutenartigen Kühlmittelkanälen ausgebildete Breitseitenplatten in den kritischen Bereichen des Trichterübergangs zusätzlich mit Kühlbohrungen versehen; auch hier erhöht sich überraschenderweise trotz geringer Wanddicke der Rißwiderstand des Kokillenwerkstoffs und damit die Gesamtlebensdauer der Kokillenplatte.

Darüber hinaus erreicht man mit rückseitig verschiedenen Kühlintensitäten einen deutlich besser ausgeglichenen Temperaturverlauf an der Gießseite der Plattenoberfläche. Dieser Effekt ermöglicht ein kleineres Temperaturintervall für einen sinnvollen, engeren Arbeitstemperaturbereich des Gießpulvers. Damit kann die Abstimmung des Gießpulvers auf einen kälteren oder heißeren Temperaturbereich vermieden werden.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen noch näher erläutert.

Die in Figur 1 dargestellte Trichterkokillenplatte 1 weist am horizontalen Auslauf (vertikale Linie C) des Trichters 2 gießseitig die höchste thermische Beanspruchung auf. Als direkte Folge ergibt sich ein bei C in Gießrichtung GR direkt unterhalb des Badspiegels 3 liegender maximaler flächenbezogener Wärmestrom von 4,7 bis 5,2 MW/m². Es liegen rechnerisch ermittelte maximale Temperaturen von etwa 400 ° C an der Gießseite 4 der Kokillenplatte 1 vor. Die effektiv wirksame Wanddicke d der Kokillenplatte 1 aus Kupfer wird nun im kritischen Bereich 5 zwischen den Linien B, C, D auf den oberen 200 mm der Kokillenplatte von d₁ = 20 mm auf d₂ = 18 mm verringert (Fig. 2).

Damit wird eine um 28 ° C verringerte maximale Oberflächentemperatur eingestellt; diese bevorzugte Kühlung bleibt bei entsprechender Nacharbeit der Kokillenplatte 1 erhalten. Obwohl die Wanddicke d₂ im kritisch beanspruchten Bereich 5 um 2 mm geringer ist, kommt es einschließlich Nacharbeiten überraschenderweise dennoch zu einer insgesamt höheren Lebensdauer der Kokillenplatten 1. Der mit tiefer eingebrachten Kühlnuten 6 (Wanddicke zwischen Gieß- und Kühlfläche 18 mm statt 20 mm) intensiver gekühlte Bereich 5 erstreckt sich im vorliegenden Fall über folgende Flächen (siehe Fig. 1): Länge horizontal ab dem Wendepunkt B des Trichters 2 über 370 mm bis zum Endpunkt D. Die intensivere Kühlfläche erstreckt sich von der Plattenoberkante 7 bis 200 mm in Gießrichtung GR; es schließt sich eine Übergangszone 8 von 50 mm an, in der die Tiefe d der Kühlnuten 6 angeglichen wird.

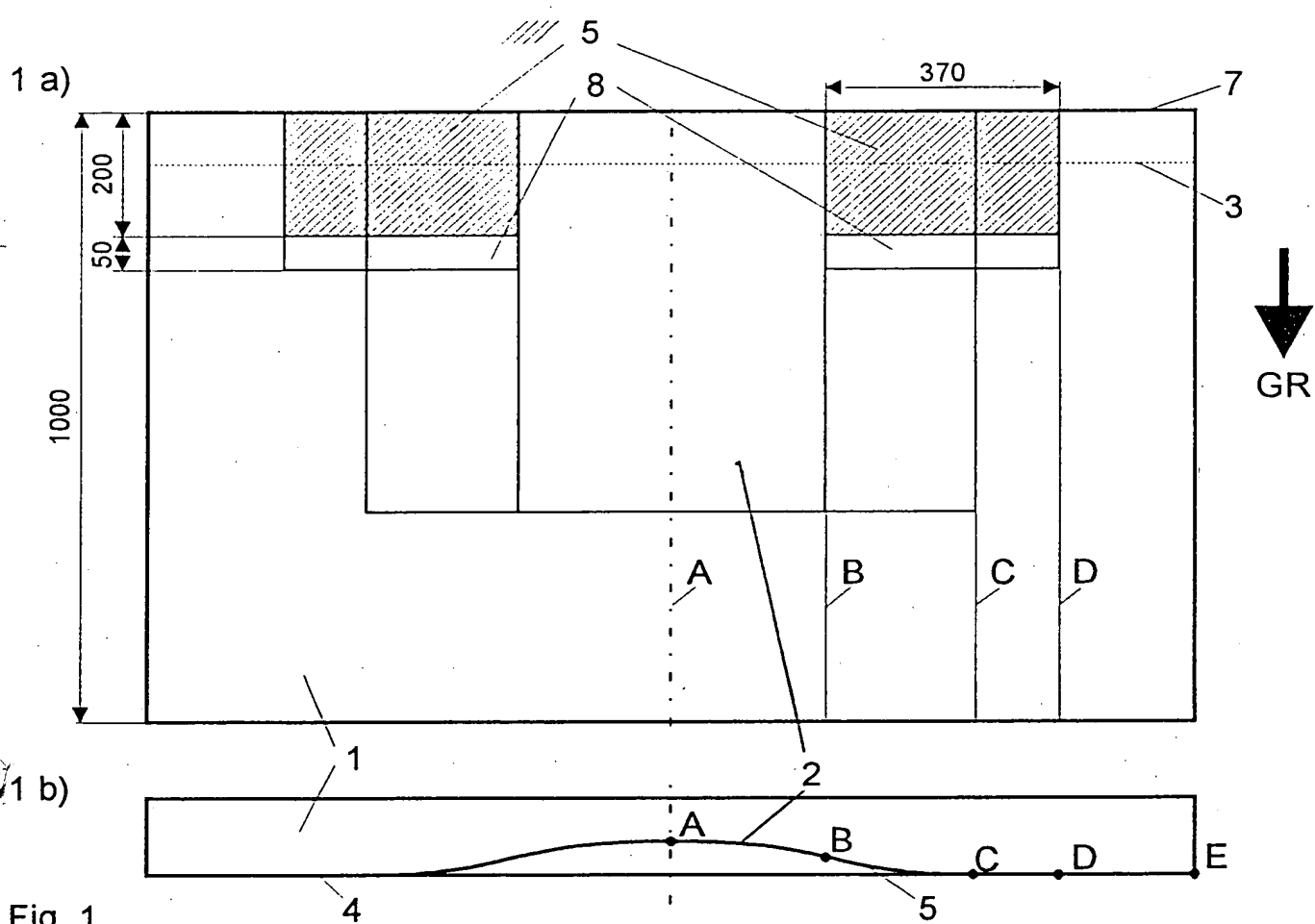


Fig. 1

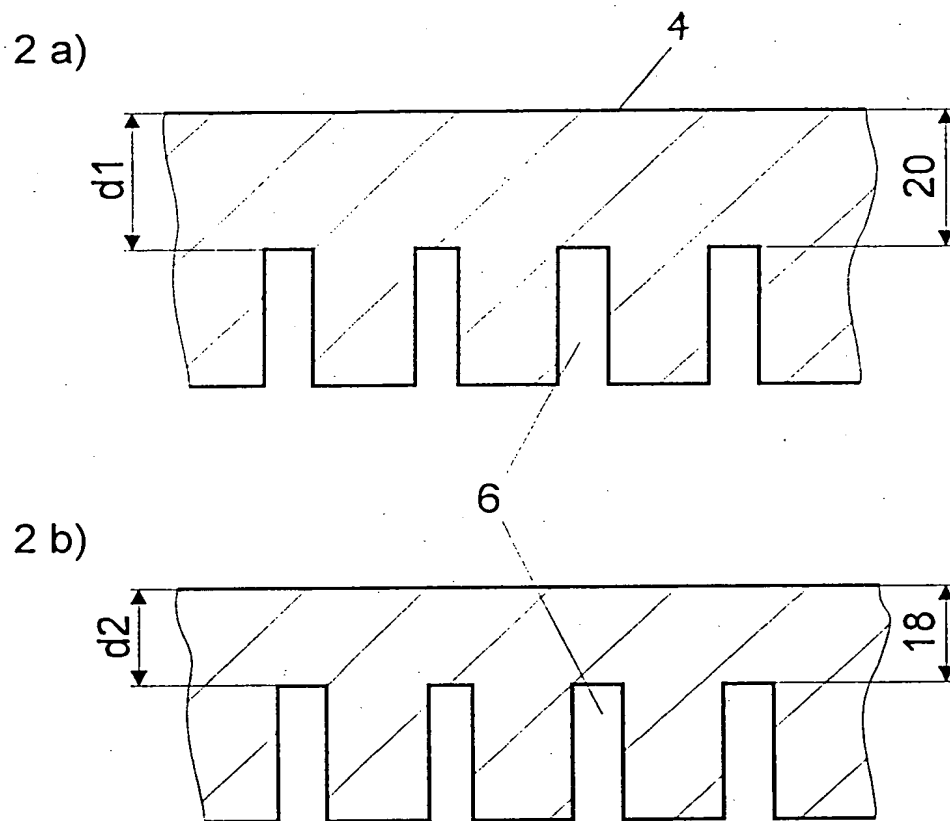


Fig. 2